



# Cartographie de la Chronique d'Henri de Livonie

Nicolas Bourgeois

► **To cite this version:**

Nicolas Bourgeois. Cartographie de la Chronique d'Henri de Livonie. Revue des Nouvelles Technologies de l'Information, 2012, pp.85-96. hal-00796291

**HAL Id: hal-00796291**

**<https://hal.science/hal-00796291>**

Submitted on 2 Mar 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Cartographie de la chronique d’Henri de Livonie

Nicolas Bourgeois\*

\*ESSEC, Projet ANR 09-EMER-010 TODO,  
nbourgeo@phare.normalesup.org

**Résumé.** La chronique d’Henri de Livonie est la principale et la plus ancienne source écrite à notre disposition en ce qui concerne l’évangélisation des actuels Pays Baltes. Nous nous proposons d’étudier par des méthodes simples issues des statistiques ou de la théorie des graphes la cartographie de la Livonie que cette chronique nous dessine, dans l’espoir d’en tirer quelques intuitions tant sur la rédaction du texte que sur les événements qu’il relate.

## Introduction

La Livonie médiévale, dont le territoire correspond aux actuels États d’Estonie et de Lettonie, jusqu’à la fin du XII<sup>e</sup> siècle encore païenne et dans la dépendance des principautés russes, est assez brutalement intégrée à la chrétienté romaine par une série de campagnes militaires menée entre 1186 et 1227. Conséquence de ce processus, la région tombe, au-delà des vicissitudes politiques, sous la domination politique, économique et sociale d’une élite germanophone, et ce jusqu’à la révolution russe – sinon la fin de la seconde guerre mondiale<sup>1</sup>.

## La chronique du prêtre Henri

Sur l’histoire de cette période charnière, nous disposons d’une source narrative contemporaine majeure, la chronique du prêtre Henri. Vraisemblablement composée entre 1227 et 1229 par un certain Henri, que l’on identifie au prêtre Henri mentionné dans le texte, elle nous est parvenue au travers de cinq copies manuscrites rédigées de façon indépendante entre le XIV<sup>e</sup> et le XVII<sup>e</sup> siècle<sup>2</sup>.

Le texte a connu un grand nombre d’éditions et a été traduit en une dizaine de langues, dont le français ne fait hélas pas partie. L’édition de référence est celle composée par Arbusow and Bauer (1955), qui a de plus été numérisée au sein des *Monumenta Germaniae Historica*, ce qui nous épargne l’étape de saisie, toujours douloureuse dans ce type d’étude.

Nous avons ainsi pu constituer notre base de données à partir de scripts php directement appliqués sur le texte électronique. Celle-ci se compose de 347 événements répartis sur 71

---

1. Il n’existe hélas aucune synthèse de cette histoire en langue française. Pour une introduction assez complète, le lecteur pourra par exemple se référer à Urban (1994), où préférentiellement à von Pistohlkors (1994) s’il est germanophone.

2. Mentionnons l’existence de plusieurs sources qui peuvent être employées pour contrebalancer l’exposé d’Henri, notamment les chroniques versifiées rédigées par des chevaliers teutoniques, appelées respectivement *ältere* et *jüngere livländische Reimchronik*, éditées par Meyer (1876) et Höhlbaum (1872) ainsi qu’une centaine de sources diplomatiques, principalement éditées dans von Bunge (1884).

lieux, dont 3 ont dû être écartés de l'étude faute de pouvoir être identifiés, et 42 années. C'est à la fois suffisant pour qu'une étude quantitative soit justifiée, sans être trop limitant d'un point de vue algorithmique<sup>3</sup>.

Il convient de donner quelques précisions sur la sélection qui a été opérée pour obtenir ces 347 éléments. Tout d'abord, les lieux retenus sont exclusivement des établissements humains, pouvant être considérés comme ponctuels à l'échelle de notre étude. Les événements non localisés, ou l'étant uniquement par-rapport à un espace étendu, ont été écartés. En revanche, aucune sélection n'a été opérée a priori quant au contexte dans lequel ils ont été mentionnés<sup>4</sup>. La chronique bénéficie par ailleurs d'un découpage chronologique assez fin, chaque chapitre correspondant à une année. Les nombreux historiens ayant étudié le texte ont permis de corriger ou de préciser cette datation originelle. Ainsi nous a-t-il été possible d'associer à chaque événement, en plus de deux coordonnées spatiales (latitude et longitude), une troisième coordonnée représentant l'année qui lui est associée<sup>5</sup>. Lorsqu'un nom apparaissait plusieurs fois au cours d'une année, il a suscité la création d'autant d'événements (identiques dans cette représentation tridimensionnelle), à ceci près que les mentions appartenant à une unité textuelle élémentaire (paragraphe) ont été contractées, arbitrage imparfait destiné à réduire la distorsion engendrée par quelques descriptions hypertrophiées.

La chronique d'Henri a fait l'objet de dizaines d'études historiques, parmi lesquelles Hildebrand (1865), Donnert (1953), Hellmann (1989) et Bourgeois (2005), défendant des thèses parfois très contradictoires. Mentionnons également plusieurs études littéraires, ainsi Arbussow (1951), Murray (2001), Kaljundi (2005). Aucune approche proprement quantitative n'a cependant encore été entreprise.

## Objectifs de l'étude

Notre propos est de composer une cartographie de la chronique d'Henri selon des grilles de lecture variées, puis d'exploiter cette cartographie afin de dégager des intuitions historiques. Il ne s'agit pas de prétendre résoudre par le quantitatif des problèmes complexes qui nécessitent une étude approfondie des sources, mais de mettre en lumière des phénomènes qui peuvent ne pas apparaître à l'historien, par exemple parce que noyés dans un contenu informatif dense. Notre objectif est double : d'une part, il s'agit de mieux comprendre la composition du texte lui-même et son adéquation aux faits, d'autre part, nous cherchons évidemment au travers du texte la trame des événements eux-mêmes.

Nous commencerons par une cartographie proprement géographique : nous verrons comment la chronique s'inscrit dans l'espace et quels enseignements l'on peut en tirer. Ensuite,

---

3. On considère que  $2^{50}$  constitue un bon ordre de grandeur du nombre maximum d'opération élémentaires qu'un ordinateur peut effectuer. Sur un graphe possédant  $n = 68$  sommets, on peut donc faire tourner un algorithme de complexité  $T(n) = 2^{2n/3}$  sans trop de difficulté. Or, il existe de tels algorithmes pour beaucoup de problèmes NP-difficiles.

4. En particulier les (rares) titulatures livoniennes ont été préservées, car non absolument dépourvues de sens. Quand Henri mentionne la participation de tel seigneur à un combat, il fait typiquement référence au trajet accompli par ses hommes jusqu'au champ de bataille. Il serait cependant intéressant de reprendre cette étude en effectuant une discrimination contextuelle des données.

5. Une piste d'amélioration pourrait être de tenter de distinguer la saison à partir du contexte. Il est par exemple avéré que les transports maritimes de croisés ne pouvaient avoir lieu qu'en été, après le dégel, tandis qu'il semble que les campagnes menées par les païens se déroulaient plutôt en hiver, lorsque les garnisons chrétiennes étaient affaiblies. Toute datation plus précise paraît en revanche vouée à l'échec.

nous ajouterons une dimension chronologique et déploierons des outils d'analyse statistiques ou algorithmiques, afin de tenter de modéliser certains aspects du processus d'évangélisation que le texte nous décrit.

## Cartographie statique

### Premiers pas

La façon la plus simple de cartographier un texte consiste à le représenter comme un instantané dans l'espace physique assimilé à un plan ; c'est ce que font l'essentiel des cartes de géographie historique que nous utilisons depuis notre enfance. La dynamique des événements n'est pas nécessairement absente (elle peut être figurée par des flèches, des dates), mais n'est pas au cœur de la construction de la carte. La chronique est alors prise comme un objet disposant d'une certaine unité chronologique justifiant d'agréger dans une même représentation des données séparées dans le temps.

Une méthodologie élémentaire peut consister à parcourir l'ensemble des noms de lieux évoqués dans le texte et à les faire figurer sur une représentation planaire de la Livonie. Même si une telle représentation était très certainement étrangère aux contemporains, la géométrie qu'elle décrit ne leur en est pas moins commune.

Cette méthode est ici justifiée par la structure assez unitaire du texte. Henri écrit un récit de conquête, et la grande majorité des lieux mentionnés le sont parce qu'ils sont le théâtre d'une opération militaire, diplomatique ou missionnaire.

La figure 1 donne le résultat de cette démarche. Les cercles représentent les lieux mentionnés dans la chronique d'Henri de Livonie, la surface étant proportionnelle au nombre d'occurrences dans le texte. La ligne diagonale en surimpression est l'axe de dispersion maximale obtenu par une analyse en composantes principales<sup>6</sup>. On distingue trois espaces de densité documentaire importante : en bleu, le bassin de la Düna<sup>7</sup>, berceau de l'évangélisation et cœur du domaine épiscopal. En rouge, les environs de Ymera<sup>8</sup>, région où l'auteur présumé de la chronique officiait comme prêtre<sup>9</sup>. Enfin, de façon plus diffuse, la zone verte est le théâtre des guerres estoniennes qui occupent le livre IV (c'est-à-dire l'essentiel de la chronique).

### Interprétation

La première chose qu'il convient de noter, c'est que la densité d'information autour de la région où officie le prêtre Henri, indépendamment même des activités du prêtre, est un élément à porter au crédit de l'identification du missionnaire au chroniqueur. Cette densité est d'ailleurs transverse aux frontières politiques (entre l'Ordre des Porte-Glaive et l'Évêché, entre Lives et

---

6. Les coordonnées horizontale et verticale sont obtenues à partir des coordonnées sphériques, en approximant l'espace compris entre les latitudes et longitudes extrémales par un trapèze plan. L'origine est arbitraire.

7. Actuelle *Daugava*.

8. Aujourd'hui appelée *Jumāra*.

9. A noter que le plus grand cercle est un artefact : il représente la ville de Wenden (*Cēsis*), qui en réalité n'est le plus souvent évoquée qu'au travers du titre du commandeur des Porte-Glaive de la province.

## Cartographie de la chronique d'Henri de Livonie

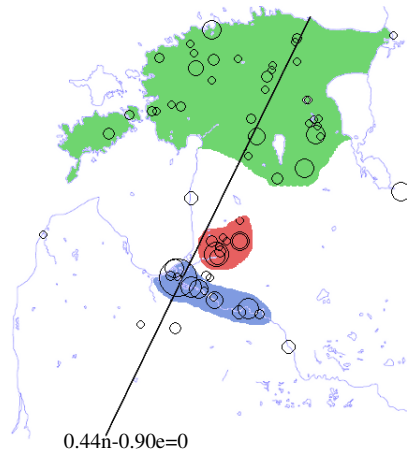


FIG. 1 – *Représentation spatiale. Les surfaces des cercles sont proportionnelles au nombre d'occurrences de chaque lieu. La composante principale porte 73% de la variance.*

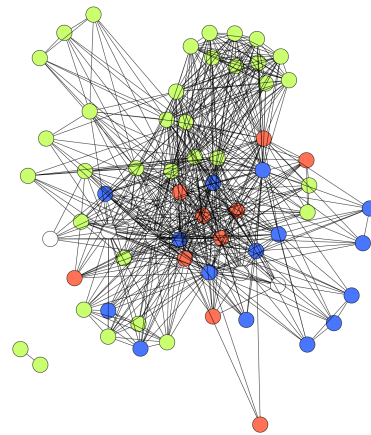


FIG. 2 – *Représentation sous forme de graphe. Chaque lieu est matérialisé par un sommet, chaque année par une clique entre les lieux mentionnés.*

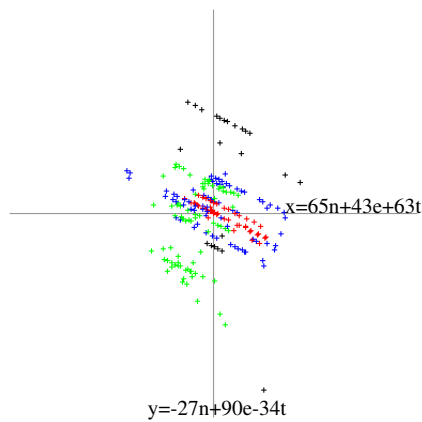


FIG. 3 – *Décomposition selon les composantes principales. L'abscisse représente 58% et l'ordonnée 28% de la variance. Les coordonnées spatiales sont calculées en faisant l'approximation que la surface terrestre comprise entre les deux latitudes et les deux longitudes extrémales est un trapèze plan.*

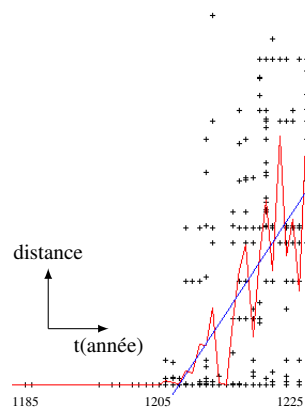


FIG. 4 – *Distance depuis les rivières. En noir, les données, en rouge, la moyenne annuelle et en bleu une régression linéaire sur les événements à partir de 1206.*

Lettons, entre chrétiens et païens <sup>10</sup>), ce qui incite à privilégier une interprétation en termes de présence physique plutôt qu'en termes d'affiliation politique.

Dans un second temps, on constate l'existence de deux directions de densité importante, orthogonales, correspondant à la rivière Dūna précédemment mentionnée et à la direction Riga-Pskov <sup>11</sup>. Ils s'agit de deux axes fondamentaux puisque ce sont les deux routes de commerce principales employées par les marchands entre le monde hanséatique et le monde russe, comme l'attestent la chronique et les documents diplomatiques <sup>12</sup>. Ces deux directions sont par ailleurs les vecteurs propres donnés par l'ACP, ce qui peut indiquer que la dispersion des points, et donc peut-être l'expansion de la colonie livonienne se fait le long, puis à partir de ces axes. Une analyse qui prenne en compte la dimension chronologique semble ici nécessaire pour pouvoir avoir plus qu'une simple intuition ; ce sera l'objet du prochain chapitre.

Une remarque méthodologique s'impose : on peut remarquer qu'une ACP effectuée sur l'ensemble du territoire livonien donne sensiblement les mêmes composantes principales, ce qui peut sembler menacer la pertinence de notre constat. Mais n'oublions pas que l'objet "Livonie" n'est pas une simple donnée de géographie physique, c'est une construction politique qui date précisément de la période que nous étudions ! Autrement dit, l'orientation du territoire livonien autour de l'axe Riga-Pskov (et non, par exemple, plus au sud vers la Lituanie) est peut-être la conséquence et non la cause de la répartition des lieux mentionnés par Henri selon cet axe.

## Cartographie dynamique

Nous accroissons maintenant les données à notre disposition en exploitant la dimension temporelle. Le problème est évidemment que nous passons d'un espace planaire à un espace tridimensionnel.

### Des possibilités variées de représentation

Il existe plusieurs méthodes permettant d'obtenir une intuition graphique du phénomène. La première (figure 2) consiste à réaliser un graphe dont les sommets sont les lieux, avec les mêmes conventions de couleur que sur la carte précédente, et les arêtes matérialisent les années <sup>13</sup>.

La construction d'un graphe pose toujours le problème du positionnement des sommets dans le plan de représentation. Ici, plutôt qu'une approche spectrale, nous avons finalement favorisé un algorithme basé sur les forces tel que défini par Fruchterman and Reingold (2006) et implémenté par un script en langage *dot*. Du fait de sa densité, ce graphe demeure malgré tout difficile à interpréter directement, mais nous pouvons déjà faire quelques remarques.

---

10. Les Porte-Glaive (*Schwertbrüderorden*) étaient un ordre militaire local, plus tard absorbé par l'Ordre Teutonique. Les conflits entre l'évêque et les Ordres militaires sont un des principaux éléments segmentant de la politique locale tout au long du moyen-âge. Les LIVES sont un peuple de langue finno-ougrienne qui cohabitait alors avec les Lettons mais a aujourd'hui presque entièrement disparu.

11. Via la rivière Aa, actuellement appelée *Gauja*.

12. Voir par exemple Goetz (1916) et Benninghoven (1961).

13. Pour être précis, une année est matérialisée par une clique, c'est-à-dire un sous-graphe complet, entre tous les sommets mentionnés cette année-là. Il est plus naturel en réalité (et algorithmiquement équivalent) de construire un hypergraphe dont les hyperarêtes sont les années, mais la figure se révèle en pratique tout à fait illisible.

Premièrement, comme la densité est assez remarquablement uniforme, l'on peut s'intéresser au rapport entre degré interne et degré externe<sup>14</sup>. Intuitivement, plus ce rapport est fort, plus la région matérialisée est pertinente comme objet d'étude autonome. On remarque que ce rapport est de l'ordre de 2 pour la zone verte, et seulement de 2/3 pour la zone bleue et 1/3 pour la zone rouge. Autrement dit, les événements estoniens sont fortement interconnectés et ont très peu de liens avec ceux de Livonie méridionale, tandis que la chronique effectue de fréquents aller-retours entre le bassin de la Düna et Ymera.

Par ailleurs, on peut calculer<sup>15</sup> le plus petit ensemble de lieux tels qu'au moins un apparaisse dans la chronique chaque année. Leur séquence peut ainsi matérialiser le déplacement du centre d'attention de la chronique. Ici, l'unique optimal contient six éléments : Üxküll, Holme, Lennewarden, Treiden, Odenpäh et Reval<sup>16</sup>. Leur apparition chronologique laisse transparaître une dynamique en trois temps : vers l'est le long de la Düna, puis vers le nord-est le long de l'Aa, puis vers le nord jusqu'au golfe de Finlande.

La seconde approche, plus canonique, consiste à procéder à une analyse en composantes principales pour dégager un plan pertinent au sein de notre espace. Les données sont originellement tridimensionnelles : deux coordonnées spatiales, plus l'année. Les vecteurs propres principaux associent positivement le temps avec des directions spatiales proches de celles dont nous avons précédemment eu l'intuition (le long des rivières Düna et Aa). La figure 3, qui donne le résultat de la projection selon les deux axes principaux, montre, toujours avec les mêmes codes couleurs, une cartographie assez proche de la cartographie purement spatiale dont on aurait effectué une rotation pour placer l'axe Riga-Pskov à l'horizontale, avec quelques nuances toutefois. L'Estonie méridionale (l'Ugaunie, c'est-à-dire, les environs de Dorpat<sup>17</sup> notamment) est ainsi très intriquée avec Ymera et la basse Düna, chevauchement lié à la longévité de ces territoires dans la chronique. En revanche, l'éloignement des principautés russes de la haute Düna d'une part, vite abandonnées par Henri, et, symétriquement, celui de l'Estonie danoise, au nord, longtemps ignorée, est renforcé. Naturellement, cette analyse est sensible au choix initial du rapport entre unité de temps et unité de distance ; ici nous l'avons fixé très élevé afin d'égaliser les variances. Si l'on diminue ce rapport, la carte dessinée devient de plus en plus semblable à la carte proprement spatiale.

Alternativement à cette analyse, la constitution d'une carte auto-adaptative<sup>18</sup> permet de donner une intuition graphique ici plus intéressante de la dynamique géographique avec l'avan-

14. Soit  $G$  un graphe déterminé par l'ensemble de ses sommets  $V$  et celui de ses arêtes  $E$ , soit  $U \subset V$  un sous-ensemble de sommets. On appelle arêtes internes  $E_I(U) = E(G[U])$  celles du sous-graphe engendré par  $U$ , arêtes externes  $|E_O(U)| = E \setminus (E(G[U]) \cup E(G[V \setminus U]))$  celles reliant un sommet de  $U$  à un sommet de  $V \setminus U$ .

15. C'est un problème de type *minimum set cover*, donc difficile. Les algorithmes exponentiels connus les plus rapides, comme Rooij, van and Bodlaender (2008), ont une complexité de l'ordre de  $1.50^{n+m}$ , ce qui avec ici  $m = 42$  et  $n = 68$  est théoriquement hors de portée. Dans notre graphe, il est en réalité facile de décomposer l'instance en plusieurs sous-instances de petite taille préalablement au traitement, ou de chercher de façon exhaustive tous les sous-graphes candidats de taille réduite, attendu que l'optimum contient effectivement peu de sommets.

16. Aujourd'hui appelés Ikžķile, Salaspils, Lielvārde, Turaida, Otepää et Tallinn. Les trois premiers sont sur les rives de la Düna, de plus en plus en amont. Le quatrième est situé sur l'Aa en Lettonie, le cinquième en Estonie méridionale et le dernier, tout au nord, est l'actuelle capitale estonienne.

17. Tartu.

18. Sans rentrer dans le détail, une carte auto-adaptative, ou carte de Kohonen, fonctionne de la façon suivante. On part de deux structures distinctes : d'une part, un réseau bidimensionnel, dit de neurones, qui induit naturellement une représentation planaire, d'autre part un ensemble de données. On ajuste alors de façon itérative les éléments du réseau au sein des données. Cet ajustement s'effectue par migrations différenciées : soit une donnée  $d$ , le neurone le plus proche (dans l'espace des données) s'approche de  $d$ , et ses voisins (dans le réseau) en font autant, mais de façon moindre. Ainsi on en vient à faire se coïncider les deux topologies.

cée de la chronique. La carte de la figure 5, réalisée avec *Spice-SOM*<sup>19</sup>, figure les distances entre neurones par des nuances de gris d'autant plus foncées qu'elles sont grandes.

L'adéquation avec la géographie physique des lieux est frappante, si on songe à la façon dont les géographes figurent ordinairement le relief. La grande vallée toute blanche dans le quart inférieur droit, qui représente l'embouchure de la Dūna, doit son extension à la longévité de ces espaces dans la chronique, alors que la moyenne Dūna est isolée en haut à droite. La grande plaine au centre-nord figure Ymera et l'Aa, elles aussi présentes tout au long du récit. L'Estonie en revanche, côté gauche, est morcelée en espaces qui communiquent difficilement et correspondent chacun à une ou quelques campagnes militaires autonomes.

On peut également remarquer combien certains espaces sont impitoyablement contractés au point de devenir invisibles, ainsi la Mer Baltique ou la haute Dūna, pour des raisons légèrement différentes. Dans le premier cas, cela traduit des aller-retours fréquents dans la chronique entre Riga (tout en bas, au centre-droit) et l'Estonie occidentale (tout en bas, au centre gauche). Dans le second cas, il s'agit plutôt d'une conséquence de l'éloignement géographique considérable de principautés russes (Gerzike, Polock<sup>20</sup>) qui pourtant sont en contact avec les croisés surtout au début de la mission : l'éloignement géographique force l'association aux lieux contemporains. Dans les deux cas néanmoins, cela illustre bien la rapidité du transport par voie d'eau.

## Une dilatation manifeste de l'espace

Cette distribution nous incite à considérer un paramètre nouveau, à savoir l'éloignement d'un point depuis ce qui semble être le berceau de l'évangélisation, à savoir les vallées de la Dūna et de l'Aa. Cela nous permet une nouvelle analyse bidimensionnelle, cette fois non linéaire, mesurant cette distance en fonction du temps<sup>21</sup> : c'est la figure 4.

Le nuage de points représente nos données, et la courbe rouge est la moyenne par année. Une remarque s'impose immédiatement : il y a manifestement deux phases dans la chronique d'Henri : une première jusqu'en 1206<sup>22</sup> où absolument tout se passe dans le bassin fluvial, et une seconde à partir de cette date qui se caractérise par une extension régulière du théâtre des événements, c'est-à-dire une expansion régulière du terrain de jeu des acteurs de la mission.

Au passage, notons que l'année 1206 est le théâtre d'un événement singulier dans l'histoire de la Livonie, à savoir le passage à Riga d'une armée menée par l'archevêque de Lund André Sunesen, pendant l'absence de l'évêque de Livonie Albert, occupé à rechercher des croisés à travers l'Empire.

19. Avec une fonction de voisinage gaussienne et un coefficient de voisinage 2. En pratique, le paramétrage a peu d'influence sur le résultat final, contrairement, là encore, à la normalisation des données.

20. Respectivement *Jersika* et *Polatsk*. Elles sont situées dans le coin inférieur droit.

21. Pour être précis, nous avons fixé un échantillon  $R$  d'une centaine de points situés le long des deux rivières et avons assimilé la distance aux rivières à la distance minimale à l'un de ces points :  $d_{RIV}(v) = \min_{u \in R} d(u, v)$ .

22. On peut obtenir cette valeur avec un test de rupture sur la moyenne, mais ici elle saute aux yeux. Par ailleurs, n'exagérons pas la portée de cette remarque : la construction même du récit présente une rupture en 1208, avec le début du livre sur les guerres estoniennes ; rien d'étonnant à ce que les Estoniens fassent irruption dans le récit dans les années précédentes.



## Cartographie de la chronique d'Henri de Livonie

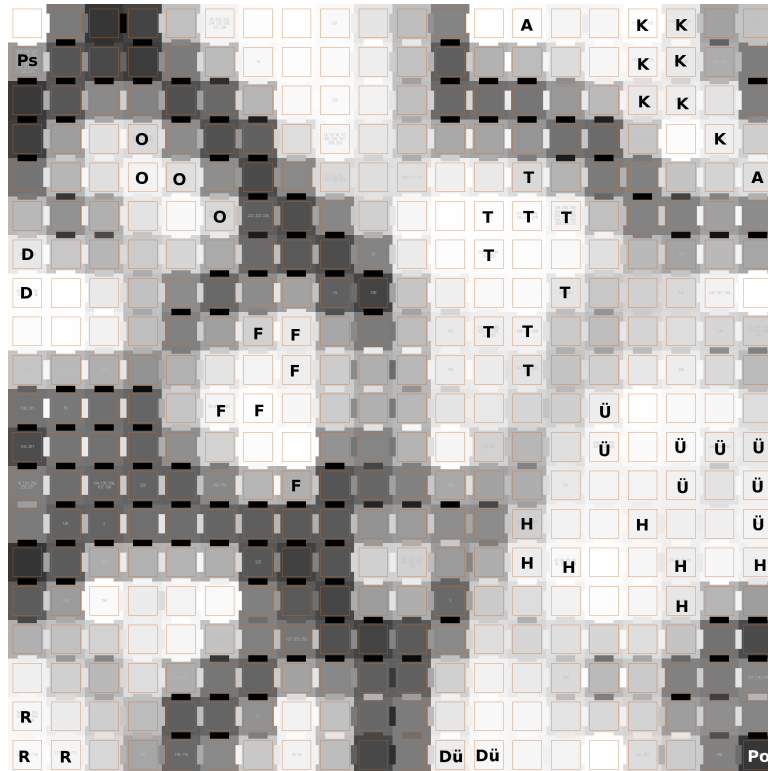


FIG. 5 – Représentation de la chronique par une carte auto-adaptative. Les nuances de gris figurent la distance dans l'espace-temps. Les lettres témoignent de la dispersion de quelques lieux en fonction du temps :

A : Ascheraden ( <i>Aizkraukle</i> )	K : Kukenois ( <i>Koknese</i> )
Ps : Pleskau ( <i>Pskov</i> )	O : Odenpäh ( <i>Otepää</i> )
T : Treiden ( <i>Turaida</i> )	D : Dorpat ( <i>Tartu</i> )
F : Fellin ( <i>Viljandi</i> )	Ü : Üxküll ( <i>Ikšķile</i> )
H : Holme ( <i>Salaspils</i> )	R : Reval ( <i>Tallinn</i> )
Dü : Dünamünde ( <i>Daugavgrīva</i> )	P : Polock ( <i>Polatsk</i> )

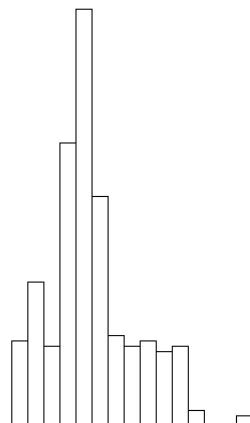


FIG. 6 – *Distribution des résidus autour de l'origine.*

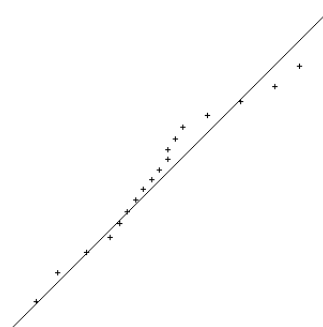


FIG. 7 – *Diagramme quantile-quantile entre les résidus et une gaussienne.*

Sur les conséquences de cette visite, Henri de Livonie est extrêmement évasif<sup>23</sup>. Toutefois nous savons qu'André s'est par la suite vanté au pape<sup>24</sup> d'avoir évangélisé la Livonie. Les historiens, dans la lignée des barons germanobaltes, ont jusqu'ici considéré comme fantaisiste cette revendication. Pourtant (sans écarter la possibilité d'une coïncidence, ou d'une autre explication, par exemple que la moisson de croisés d'Albert a été particulièrement féconde cette année-là), nous avons peut-être là un indice de crédibilité à apporter à la lettre de l'archevêque danois au souverain pontife. Ce point en tout cas mériterait une étude historique plus approfondie.

Au-delà de la rupture de 1206, on peut s'interroger sur la dynamique propre du processus de dilatation de l'espace livonien. La courbe de distance moyenne nous incite à appliquer une régression linéaire sur les données de la période 1206-1227 ; la droite bleue est celle des moindres carrés. Afin de mesurer l'adéquation de la régression, nous étudions les variations des résidus : l'écart-type du bruit est faible (figure 6), tandis qu'un diagramme quantile-quantile (figure 7) contre une loi normale n'est pas absolument concluant quant à son caractère gaussien<sup>25</sup>. L'expansion est par ailleurs fortement hétéroscédastique<sup>26</sup>, c'est-à-dire que la variance du bruit augmente avec le temps : la chronique ne se déporte pas sur le front, mais effectue des aller-retours entre celui-ci et le domaine épiscopal – par exemple du fait des offensives lituanienues contre Riga.

23. Mentionnons à ce sujet le fait qu'Henri rédige sa chronique peu après la bataille de Bornhöved qui initie l'effondrement de l'empire danois et permet aux pouvoirs livoniens de s'emparer de l'Estonie alors sous contrôle danois. D'une façon générale, Henri a tendance à minimiser le rôle des princes scandinaves, voire à se montrer carrément moqueur.

24. Migne (1864)

25. On invalide un test de Shapiro-Wilk à 0.01%. Par ailleurs, sans rentrer dans les détails, une régression selon des fonctions non-linéaires classiques ne donne pas de résultat probant. On pourrait raffiner le modèle avec du linéaire par morceaux, auquel cas on constaterait une diminution de la pente dans les années 1220.

26. On invalide un test de Goldfeld et Quandt avec un seuil à 0.01%. Cela correspond à faire une régression linéaire par moindres carrés sur les valeurs hautes et basses et comparer les variances des résidus. Si le rapport est supérieur à une valeur de référence, on rejette l'homoscédasticité.

## Perspectives

Nous n'avons ici fait qu'aborder une petite partie des nombreuses possibilités qu'offre cette chronique. Nous l'avons déjà souligné, il serait fondamental de procéder à une saisie plus fine des données, afin de classer les lieux en fonction de leur contexte d'apparition. Il pourrait également être intéressant d'étudier la corrélation de la géographie des événements avec la saison : les croisés vont-ils plus loin en hiver, quand les marais sont gelés, qu'en été lorsque la boue empêche les chevaux d'avancer ? Un autre axe de recherche pourrait être la transformation des toponymes en patronymes à mesure que la conquête progresse et que les villages conquis deviennent des fiefs. De façon plus ambitieuse, il serait envisageable de définir une modélisation du comportement des colons, soit algorithmique, soit sous forme de marche aléatoire, et d'étudier l'adéquation du modèle aux données.

Par ailleurs, il conviendrait d'élargir le corpus, par exemple par l'emploi des autres chroniques, ce qui pose naturellement le délicat problème de construction d'une base de donnée unique par recoupement de sources différentes - sans parler de la complexité du traitement des données ainsi élargie, auxquelles il ne sera plus possible d'appliquer n'importe quel algorithme.

Dans tous les cas, il convient de garder en mémoire les limites d'une telle étude, qui n'aura jamais la prétention de se substituer complètement à l'analyse textuelle proprement dite. C'est pourquoi nous envisageons de prolonger ce travail par une étude plus qualitative qui, espérons-le, nourrira en retour l'approche mathématique en problèmes et perspectives.

## Remerciements

L'auteur remercie très chaleureusement ses amis statisticiens Marc Bailly-Bechet (Université de Lyon I), Claire Lacour (Université de Paris Sud) et Sandra Placade (Université de Tromsø), ainsi que les rapporteurs de l'article, pour leur relecture de cet article et leurs nombreux et précieux conseils.

## Références

- Arbusow, L. (1951). *Liturgie und Geschichtsschreibung im Mittelalter : in ihren Beziehungen erläutert an den Schriften Ottos von Freising (1158), Heinrichs Livlandchronik und den anderen Missionsgeschichten des Bremischen Erzsprengels : Rimberts, Adams von Bremen, Helmolds*.
- Arbusow, L. and A. Bauer (Eds.) (1955). *Heinrici Chronicon Livoniae. Editio altera*. Scriptores rerum Germanicarum in usum scholarum ex MGH separatim editi.
- Benninghoven, F. (1961). *Rigas Entstehung und der frühhansische Kaufmannschaft*.
- Bourgeois, N. (2005). Les cisterciens et la croisade de livonie. *Revue historique* 307/3, 521 – 559.
- Donnert, E. (1953). Heinrich von Lettland und die Anfänge der Deutschherrschaft in Livland. *Jahrbuch für Geschichte der UdSSR und der volksdemokratischen Länder Europas* 3, 331 – 341.

- Fruchterman, T. M. J. and E. M. Reingold (2006). Graph drawing by force-directed placement. *Software : Practice and Experience* 21, 1129–1164.
- Goetz, L. K. (Ed.) (1916). *Deutsch-russische Handelsverträge des Mittelalters*.
- Hellmann, M. (1989). *Studien über die Anfänge der Mission in Livland*.
- Hildebrand, H. (1865). *Die Chronik Heinrichs von Lettland. Ein Beitrag zu Livlands Historiographie und Geschichte*.
- Höhlbaum, K. (Ed.) (1872). *Die jüngere livländische Reimchronik des Bartholomäus Hoeneke 1315–48*.
- Kaljundi, L. (2005). Waiting for the Barbarians : The Imagery, Dynamics and Functions of the Other in Northern German Missionary Chronicles, 11<sup>th</sup>-Early 13<sup>th</sup> Centuries. The *Gestae Hamaburgensis Ecclesiae Pontificum* of Adam of Bremen, *Chronica Slavorum* of Helmold of Bosau, *Chronica Slavorum* of Arnold of Lübeck, and *Chronicon Livoniae* of Henry of Livonia. Master's thesis, Tartu University.
- Meyer, L. (Ed.) (1876). *Livländische Reimchronik mit Anmerkungen, Namensverzeichnis und Glossar*. réédition 1963.
- Migne, J. P. (Ed.) (1864). *Gesta Innocentii III Romani Pontificis*. *Patrologie Latine* 214.
- Murray, A. V. (2001). The structure, genre and intended audience of the *Livonian Rhymed Chronicle*. Alan V. Murray éd., *Crusade and Conversion on the Baltic Frontier, 1150 - 1500*, Ashgate.
- Roos, van, J. and H. Bodlaender (2008). Design by measure and conquer, a faster exact algorithm for dominating set. In S. Albers and P. Weil (Eds.), *Proc. International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science, STACS'08*, pp. 657–668.
- Urban, W. L. (1994). *The Baltic Crusade*.
- von Bunge, F. G. (Ed.) (1855-1884). *Liv-, Esth- und Curländisches Urkundenbuch*.
- von Pistohlkors, G. (1994). *Deutsche Geschichte im Osten Europas : Baltische Länder*.

## Summary

The Livonian Chronicle of Henry is the oldest written document about the History of the eastern baltic shores. We try to apply statistical and algorithmical methods on toponymic and chronological data from this chronicle, in order to build static and dynamic maps. With this study we hope to gain some historical insight into both the redaction of the chronicle itself and the events it describes.